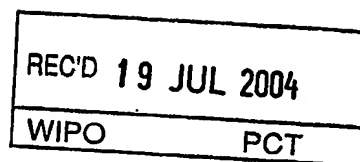




KONGERIKET NORGE  
The Kingdom of Norway

PCT/NO 04 00169



Bekreftelse på patentsøknad nr  
*Certification of patent application no*

▽  
**20032696**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

▷ Det bekreftes herved at vedheftede dokument er nøyaktig utskrift/kopi av ovennevnte søknad, som opprinnelig inngitt 2003.06.13

▷ *It is hereby certified that the annexed document is a true copy of the above-mentioned application, as originally filed on 2003.06.13*

2004.06.25

*Line Reum*

Line Reum  
Saksbehandler





ADRESSE  
Postboks 8160 Dep.  
Københavnsgaten 10  
0033 Oslo

TELEFON  
22 38 73 00  
TELEFAKS  
22 38 73 01

BANKGIRO  
8276.01.00192  
FORETAKSNUMMER  
971526157

## Søknad om patent

Søkers/fullmektigens referanse (angis hvis ønsket):  84684-BF	Skal utfylles av Patentstyret { Behandlende medlem MK Int. Cl <sup>9</sup> F 16 B <b>Alm. tilgj. 14 DES 2004</b>
Oppfinnelsens benevnelse:	Anordning for måling av forspenningskraft i en bolt-mutter-forbindelse
Hvis søknaden er en internasjonal søknad som videreføres etter patentlovens § 31:	Den internasjonale søknads nummer ..... Den internasjonale søknads inngivelsesdag .....
Søker: Navn, bopel og adresse. (Hvis patent søkes av flere: opplysning om hvem som skal være bemyndighet til å motta meddelelser fra Patentstyret på vegne av søkerne).  (Fortsett om nødvendig på neste side)	Bjørn Burmann Kalvetangveien 91 N-3132 Husøysund  <input checked="" type="checkbox"/> Søker er en enkeltperson eller en småbedrift, eller flere slike i fellesskap med fast ansatte som til- sammen utfører 20 årsverk eller mindre (på søknadstidspunktet). Det er søkers ansvar å krysse av her for å oppnå laveste satser for søknadsavgift. NB! se også utfyllende forklaring på siste side.
Oppfinner: Navn og (privat-) adresse (Fortsett om nødvendig på neste side)	Samme som søkeren
Fullmektig:	Tandbergs Patentkontor AS
Hvis søknad tidligere er inngitt i eller utenfor riket: (Fortsett om nødvendig på neste side)	Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. .... Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. .... Prioritet kreves fra dato ..... sted ..... nr. ....
Hvis avdelt søknad:	Den opprinnelige søknads nr.: ..... og deres inngivelsesdag .....
Hvis utskilt søknad:	Den opprinnelige søknads nr.: ..... begjært inngivelsesdag .....
Deponert kultur av mikroorganisme:	<input type="checkbox"/> Søknaden omfatter kultur av mikroorganisme. Oppgi også deponeringssted og nr. ....
Utlevering av prøve av kulturen:	<input type="checkbox"/> Prøve av den deponerte kultur av mikroorganisme skal bare utleveres til en særlig sakkyndig, jfr. patentlovens § 22 åttende ledd og patentforskriftens § 38 første ledd
Angivelse av tegnings- figur som ønskes publisert sammen med sammendraget	Fig. nr. 2.....

84684-BF

Oppfinnelsen angår en anordning for måling av forspenningskraft i en bolt-mutter-forbindelse, omfattende en skruemutter som er forsynt med en føleranordning for avføling av forspenningskraften.

Problemet med innstilling og opprettholdelse av korrekt forspenning i bolt-mutter-forbindelser er blitt fokusert sterkt i de senere år. Grunnen er at dette er et komplekst problem, idet det må tas hensyn til forskjellige, og ikke ideelle, mekaniske randbetingelser. Konsekvensene av feilaktig forspenning i bolter på kritiske konstruksjoner kan være katastrofale.

Det er fremkommet forskjellige løsninger som forsøker å løse problematikken, blant annet anordninger basert på målende utstyr av forskjellige typer. En vanlig løsning er å måle forlengelsen av en bolt ved hjelp av streklapper plassert direkte på bolten. En annen løsning er å måle flatetrykket mellom mutter og underlag ved hjelp av forskjellige teknikker. Blant annet benyttes mekaniske/optiske metoder og forskjellige spenningsmålere utformet som mellomleggsskive.

De kjente løsninger fungerer godt under forholdsvis ideelle forhold, men har store måletekniske svakheter når randbetingelsene endres. De kjente løsninger er begrenset til en maksimal diameter da måleelementet blir utsatt for "vrenging" på grunn av forholdsvis liten stivhet i konstruksjonen ved store diametere. I tillegg har disse løsninger den ulempe at de har forholdsvis stor "byggehøyde". Denne kan variere i området 15 – 25 mm. Derved blir ofte bolten for kort og må skiftes. I "trange" konstruksjoner er det ofte slik at man ikke har plass til å innføre lengre bolter, og utstyret kan derfor ikke monteres. De løsninger som også må ha kabler montert på følerne, er svært utsatt for skader og derved havari på følerne.

En anordning av den innledningsvis angitte type er kjent fra DE 1 124 729. Denne publikasjon viser en anordning for måling av forspenningskrefter i en skrueforbindelse, hvor et som måleelement utformet maskinelement kan være en skruemutter. I denne kjente konstruksjon er mutteren delt på tvers av gjengeaksen, og mellom mutterdelene er det anbrakt et følerelement i form av en piezoelektrisk krystallanordning, idet det er anordnet midler for sammenspenning av mutterdelene. Det dreier seg her om en separat føler som måler kraften mot underlaget.

I denne kjente konstruksjon er det en svakhet at den nedre del av mutteren er uten gjenger slik at man taper gjengehøyde, idet mutteren i dette område ikke har inngrep med tilsvarende gjenger på bolten. Derved må mutter og bolt gjøres vesentlig høyere for å kunne oppta den samme (standardiserte) innspenningskraft. Dette er en vesentlig svakhet i forbindelse med konstruksjoner hvor det ikke er plass til eller ønskelig å forlenge bolten.

Denne kjente løsning resulterer videre i en svekket mutter ved det er maskinert et ringformet spor som følerelementet er plassert i, og at mutteren er splittet i en øvre og en

nedre del. Når konstruksjonen utsettes for belastning, vil det oppstå bøyemomenter slik at spalten mellom mutterdelene vil endre seg. Over tid vil konstruksjonens elastisitet endre seg, slik at det skjer et tap av forspenning. Resultatet er en konstruksjon med redusert langtidsstabilitet.

5 Formålet med oppfinnelsen er å tilveiebringe en anordning av den innledningsvis angitte type hvor de foran omtalte problemer og svakheter er eliminert eller vesentlig redusert.

For oppnåelse av ovennevnte formål er det tilveiebrakt en anordning av den angitte type som ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at mutteren er av standardutførelse og at selve mutteren utgjør et følerlegeme ved at det i mutterens ytre omkretsflate, på en valgt avstand fra mutterens anleggsflate mot underlaget, er maskinert minst én utsparing i hvilken det er anbrakt en føler som er egnet for avføling av mekanisk spenning i mutteren og for tilveiebringelse av et signal som representerer spenningen, for overføring til den ytre registreringsanordning.

15 Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende i forbindelse med et utførelseseksempel under henvisning til tegningen, der

fig. 1 viser et grunnriss av en standard sekskantmutter som er forsynt med en anordning ifølge oppfinnelsen,

fig. 2 viser et tverrsnitt av mutteren etter linjen II-II på fig. 1,

20 fig. 3 viser et sideriss av en mutter som har en konveks anleggsflate, og

fig. 4 viser et sideriss av en mutter som har en konkav anleggsflate.

Den på fig. 1 og 2 viste anordning omfatter en mutter som i seg selv utgjør et kraftmålende følerlegeme. Den viste mutter 1 er en sekskantet standard-mutter hvor det i mutterens ytre omkretsflate 2 er maskinert et antall utsparinger 3 i hvilke det er anbrakt 25 respektive følerelementer 4. Disse er av en type som er egnet for avføling av mekanisk spenning i mutteren, og for tilveiebringelse av et signal som representerer spenningen og som på passende måte overføres til en ytre registreringsanordning (ikke vist). Aktuelle typer av følerelementer skal omtales nærmere nedenfor.

30 Antallet av utsparinger 3 i mutteren vil avhenge av mutterstørrelsen og den aktuelle anvendelse. Utsparingene vil fortrinnsvis være anbrakt slik at de har parvis diametralt motsatt beliggenhet.

Utsparingene 3 vil være anbrakt i en valgt avstand fra mutterens anleggsflate mot underlaget 5, og vanligvis omtrent midtveis mellom mutterens overside og underside. Slik det fremgår av tegningen, har utsparingene vanligvis en dybde som svarer omtrent til 35 halve veggtykkelsen av mutteren. I utførelsen på fig. 2 har mutteren ca. åtte gjenger 6, og utsparingene 3 er vist å være anbrakt på høyde med tredje til fjerde gjenge, regnet fra mutterens øvre og nedre overflater.

Ved hjelp av dette følerarrangement måler følerne 4 bare en andel av den totale mekaniske spenning som opptrer i mutteren når denne er tiltrukket på en tilhørende bolt

(ikke vist), hvilken andel er representativ for den totale spenning i mutteren. Gjengene, som er "myke", opptrer slik at de utjevner ulik spenningsfordeling fra mutterens kontaktflate, og målingen blir derved mindre påvirket av varierende randbetingelser.

Ved hjelp av dette arrangement er mutteren gitt en helt ny egenskap ved at selve mutteren utgjør et følerlegeme.

Ved ekstreme randbetingelser, når eksempelvis bolt/mutter-koplingen sammenfører myke materialer, og/eller i konstruksjoner hvor boltene kan oppnå en skråstilling i forhold til hullets anleggsflate, kan mutteren utformes med en sfærisk konveks anleggsflate som er tilpasset for anlegg mot en tilsvarende sfærisk konkav overflate av f.eks. en tynn underlagsskive som da benyttes. Alternativt kan mutterens anleggsflate være konkav, og underlagets overflate tilsvarende konveks. Skråstillingen av mutteren mot underlaget rettes derved opp, og dermed vil det også i et slikt tilfelle være mulig å utføre en representativ måling.

Fig. 3 og 4 viser muttere av ovennevnte type. Fig. 3 viser en mutter 8 som er forsynt med en sfærisk konveks anleggsflate 9, mens fig. 4 viser en mutter 10 som er forsynt med en sfærisk konkav anleggsflate 11. Denne anleggsflate er tilpasset for anlegg mot en tilsvarende konveks anleggsflate 12 på en underlagsskive 13.

Ved hjelp av slike mutterutførelser kan man fange opp boltskjevheter innenfor et vinkelområde på eksempelvis  $\pm 5^\circ$ .

I prinsippet kan en rekke typer av følerelementer benyttes, f.eks. strekkklapper, piezoresistive elementer osv. Normalt vil det være meget viktig at man unngår tilkopplingsledninger i form av kabler for overføring av følersignalene til den tilhørende registreringsanordning, da slike kabler selvsagt vil komplisere og fordyre montering/demontering av mutrene. I en foretrukket utførelse benyttes derfor følere i form av såkalte SAW-følere (SAW = Surface Acoustic Wave) som har den egenskap at de kan eksiteres og avleses trådløst. Hver SAW-føler som er montert i bunnen av en utsparing, vil da være forsynt med en tilhørende antenne 7 som kan være anordnet noe nedsenket i mutterens ytterflate slik som antydnet på fig. 2, slik at antennen ikke skades av verktøy eller annen håndtering. Ved hjelp av en radiosender/mottaker på en avstemt frekvens overføres energi til føleren som svarer med et signal som representerer spenningsbelastningen i mutteren. Det mottatte signal behandles i registreringsanordningens mottaker, og boltens forspenning vises på et display.

Anordningens rekkevidde vil være avhengig av mengden av tilført energi. Denne er igjen avhengig av antennens størrelse. For å oppnå en større antenne, kan denne alternativt integreres i mutterens toppflate, f.eks. anbringes i et ringformet spor i toppflaten, noe som kan gi en rekkevidde på 5 – 10 meter.

I de tilfeller hvor det er flere kraftmålende muttere i samme område og/eller flere følerelementer på samme mutter, kan føleren være anordnet på en brikke som er forsynt

med en egen ID-kode og nettverksegenskap, for å muliggjøre kommunikasjon med og utvelgelse av data fra flere følere i det samme område.

Selv om det ved de fleste anvendelser vil være en vesentlig fordel å unngå tilkopplingsledninger, kan det i noen tilfeller være aktuelt å benytte kabler mellom følerne og registreringsanordningen. Dette kan være særlig aktuelt i forbindelse med store konstruksjoner, dvs. i bolt/mutterforbindelser med store dimensjoner, eller ved anvendelser i omgivelser hvor bruk av radiosignaler ikke er tillatt.



Patentkrav

5 1. Anordning for måling av forspenningskraft i en bolt-mutter-forbindelse, omfattende en skruemutter som er forsynt med en føleranordning for avføling av forspenningskraften, **karakterisert ved** at mutteren (1) er av standardutførelse og at selve mutteren utgjør et følerlegeme ved at det i mutterens ytre omkretsflate (2), på en valgt avstand fra mutterens (1) anleggsflate mot underlaget (5), er maskinert minst én utsparring  
10 (3) i hvilken det er anbrakt en føler (4) som er egnet for avføling av mekanisk spenning i mutteren og for tilveiebringelse av et signal som representerer spenningen, for overføring til en ytre registreringsanordning.

2. Anordning ifølge krav 1, **karakterisert ved** at mutteren (1) er en standard sekskantmutter som er forsynt med et antall parvis diametralt motsatte utsparringer (3).

15 3. Anordning ifølge krav 1, eller 2, **karakterisert ved** at utsparringen eller utsparringene (3) er anbrakt omtrent midtveis mellom mutterens (1) over- og underside, og har en dybde som svarer til omtrent halve veggtykkelsen av mutteren.

4. Anordning ifølge ett av kravene 1-3, **karakterisert ved** at mutteren (8) er utformet med en sfærisk konveks anleggsflate (9) som er tilpasset for anlegg mot en  
20 tilsvarende konkav overflate av det aktuelle underlag.

5. Anordning ifølge ett av kravene 1-3, **karakterisert ved** at mutteren (10) er utformet med en sfærisk konkav anleggsflate (11) som er tilpasset for anlegg mot en tilsvarende konveks overflate (12) av det aktuelle underlag (13).

6. Anordning ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at føleren (4) er  
25 en såkalt SAW-føler (SAW = Surface Acoustic Wave) som kan eksiteres og avleses trådløst, og som er forsynt med en tilhørende antenne (7).

7. Anordning ifølge krav 6, **karakterisert ved** at antennen (7) er innfelt i mutterens (1) ytre omkretsflate (2) eller i dens toppflate.

8. Anordning ifølge krav 6 eller 7, **karakterisert ved** at føleren (4) er innrettet til  
30 å motta energi fra registreringsanordningen på en avstemt radiofrekvens, og til å avgi et signal som representerer spenningstilstanden i mutteren (1).

9. Anordning ifølge ett av kravene 6-8, **karakterisert ved** at hver føler (4) er forsynt med en ID-kode, for å muliggjøre kommunikasjon med flere følere i det samme område.



### Sammendrag

En anordning for måling av forspenningskraft i en bolt-mutter-forbindelse, omfattende en skruemutter som er forsynt med en føleranordning for avføling av forspenningskraften. Mutteren (1) er av standardutførelse, og selve mutteren utgjør et følerlegeme ved at det i mutterens ytre omkretsflate (2) er maskinert minst én utsparing (3) i hvilken det er anbrakt en føler (4) som er egnet for avføling av mekanisk spenning i mutteren og for tilveiebringelse av et signal som representerer spenningen, for overføring til en ytre registreringsanordning.

(Fig. 2)





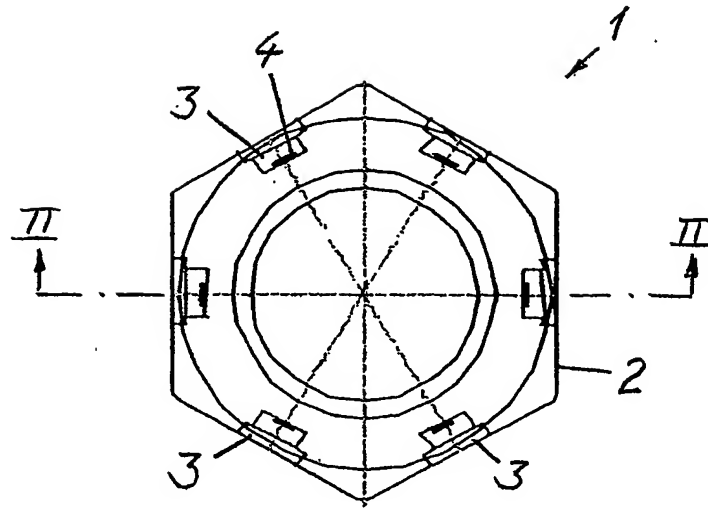


FIG. 1

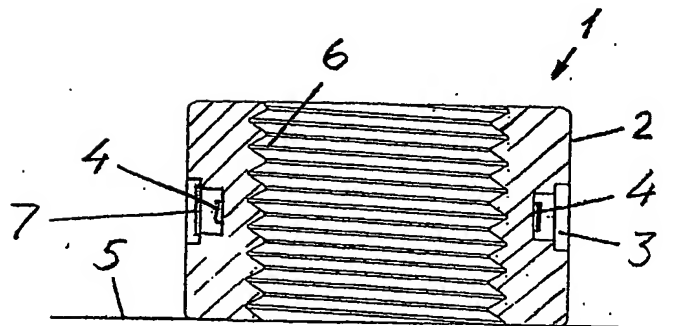


FIG. 2



